

Seminarium 2 – zagadnienia

I. Elektryczne własności układów biologicznych

1. Prąd elektryczny – pole i potencjał elektryczny, napięcie, natężenie i moc prądu, prąd stały i zmienny, pole elektryczne naładowanego przewodnika, efekt ostrza

Problem 2.1

Pacjent znajduje się w pobliżu kabla zasilającego. Pojemność elektryczna C w miejscu, w którym stoi pacjent wynosi 3 pF a sam pacjent jest uziemiony poprzez podeszwę butów (opór elektryczny $10 \text{ k}\Omega$). Proszę oszacować wartość potencjału elektrycznego na powierzchni ciała pacjenta.

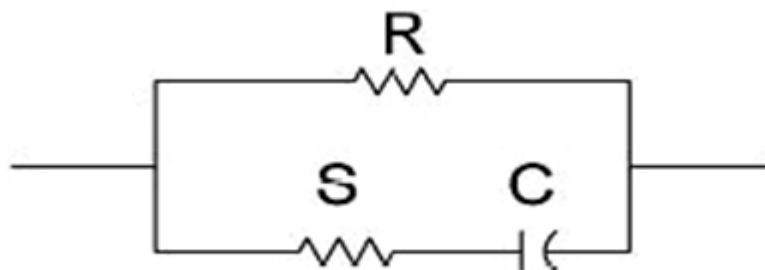
Problem 2.2

Proszę wyjaśnić działanie skalpela elektrycznego.

2. Opór elektryczny, prawo Ohma, opornik i kondensator, opór właściwy, impedancja, obwody szeregowe i równoległe, przewodniki pierwszego i drugiego rodzaju, przepływ prądu przez obwody elektryczne, elektrody

Problem 2.3

Proszę obliczyć opór elektryczny układu przedstawionego na rysunku.



3. Przepływ prądu elektrycznego przez organizm

- a. Organizm jako układ elektryczny (elektryczny model tkanki)

Problem 2.4

Pomiędzy palce wskazujące dwóch rąk przyłożono napięcie stałe $U_1 = 50 \text{ V}$, wywołując przepływ prądu o natężeniu $I_1 = 1 \text{ mA}$. Oblicz opór całkowity tkanek na drodze przepływu prądu. Po zmniejszeniu napięcia do wartości $U_2 = 30 \text{ V}$ natężenie prądu zmalało 2-krotnie. Oblicz wartość oporu i wyjaśnij, czy mogą one wystąpić dla rzeczywistych pomiarów.

- b. Wyznaczania zawartości tkanki tłuszczowej – pomiary bioimpedancyjne (BIA)
c. Terapeutyczne wykorzystanie przepływu prądu przez organizm

Problem 2.5

Proszę wyjaśnić zasadę ablacji prądami o częstotliwości radiowej (RFA) i metody nanoknife.

- d. Zasada działania defibrylatora medycznego

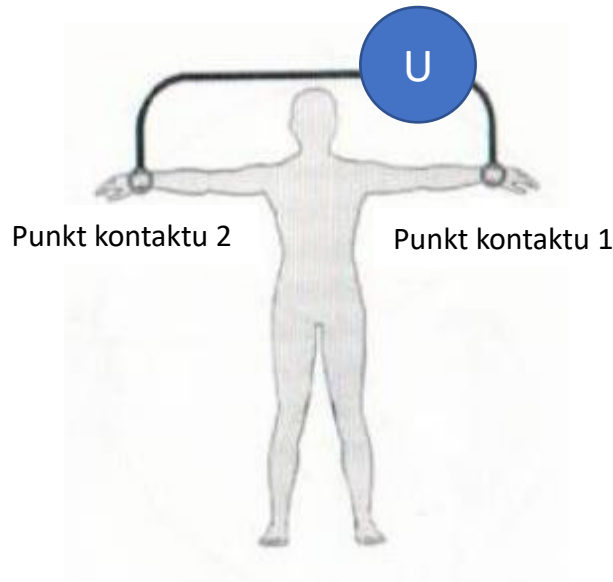
Problem 2.6

Oszacuj wartość napięcia elektrycznego, do którego należy naładować defibrylator o pojemności elektrycznej $30 \mu\text{F}$, przy założeniu, że energia wyładowania defibrylatora wynosi 300 J .

- e. Porażenie prądem elektrycznym z instalacji oraz piorunem

Problem 2.7

Schemat przedstawia człowieka rażonego prądem stałym o napięciu $U = 240 \text{ V}$. Proszę policzyć tempo przekazywania energii elektrycznej skórze (czyli moc prądu) dla dwóch przypadków: suchej skóry o oporze $R_s = 500 \text{ k}\Omega$ oraz mokrej skóry o oporze $R_m = 2 \text{ k}\Omega$. W obu przypadkach załóż, że opór wnętrza ciała wynosi $R_w = 50 \Omega$.



Problem 2.8

Proszę wyjaśnić różnicę między porażeniem prądem stałym a zmiennym.

Problem 2.9

Proszę wyjaśnić rolę uziemienia urządzeń elektrycznych.

4. Źródła endogennych potencjałów elektrycznych w organizmie człowieka - elektrokardiografia

II. Magnetyczne własności układów biologicznych

5. Indukcja magnetyczna, prawo indukcji elektromagnetycznej Faradaya, antena kołowa i dipolowa
6. Magnetyczne własności tkanek – porównanie wpływu zewnętrznego pola magnetycznego i elektrycznego, przenikalność elektryczna i magnetyczna tkanek
7. Promieniowanie elektromagnetyczne, współczynnik absorpcji swoistej (SAR)

8. Magnetoterapia

III. Ultrasonografia

9. Ultradźwięki, generowanie, detekcja i oddziaływanie z tkankami
 - a. Budowa i zasada działania sondy USG
 - b. Absorpcja ultradźwięków w tkankach, impedancja akustyczna

Problem 2.10

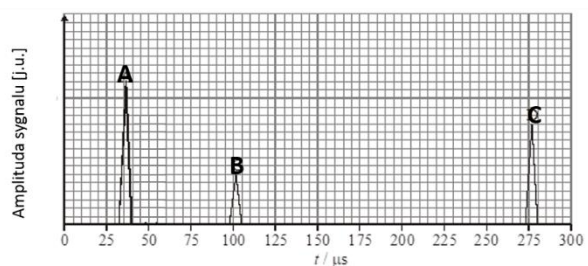
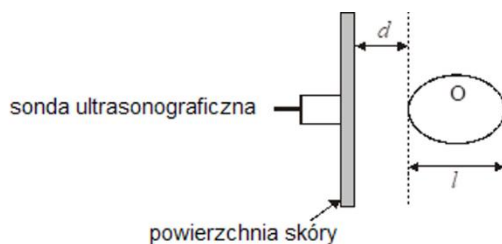
W tabeli podano wartości impedancji akustycznej dla powietrza i tkanki miękkiej. Proszę oszacować współczynnik odbicia pomiędzy powietrzem a tkanką miękką. Proszę wyjaśnić, dlaczego warstwa powietrza pomiędzy sondą ultrasonograficzną a skórą pacjenta uniemożliwia badanie z wykorzystaniem ultradźwięków.

Material	Impedancja akustyczna ($\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
powietrze	430
tkanka miękka	1.63×10^6

Problem 2.11

Na rysunku przedstawiono schemat badania ultrasonograficznego, a na wykresie - względne natężenie impulsu zarejestrowanego przez sondę w funkcji czasu t jaki upłynął pomiędzy wysłaniem a odebraniem przez sondę:

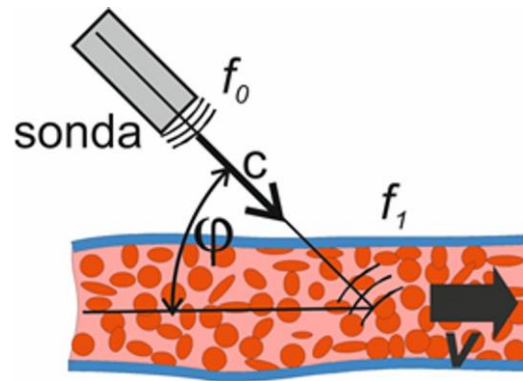
- a) Proszę wskazać na schemacie miejsca odbicia fali akustycznej oznaczone na wykresie A, B, C.
- b) Średnia szybkość fali akustycznej w tkance wynosi $1.5 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$. Korzystając z wykresu proszę oszacować głębokość d do narządu O oraz jego długość l .
- c) Proszę wyjaśnić w jaki sposób można uzyskać obraz w prezentacji B.



10. Zjawisko Dopplera, ultrasonografia dopplerowska

Problem 2.12

Proszę obliczyć wartość przesunięcia dopplerowskiego przyjmując, że częstotliwość fali pierwotnej $f_0 = 5$ MHz, szybkość krwinek $v = 15$ cm/s i szybkość dźwięku $c = 1540$ m/s.



IV. Detektory cyfrowe

Problem 2.13

Proszę omówić zasadę działania kamery CCD.

Literatura:

„Fizyka dla szkół wyższych”, S.J. Ling, J. Sannay, B. Moebis (red.) OpenStax, 2021, w szczególności rozdziały 5, 8, 10 i 16 tomu 2:

<https://cnx.org/contents/FqtblkWY@7.41:pLGsuj0f@16/Przedmowa>